

**LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**PRARANCANGAN PABRIK ASAM FENIL ASETAT**  
**DARI BENZIL SIANIDA DAN ASAM SULFAT**  
**KAPASITAS 3.000 TON PER TAHUN**



Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata satu  
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik

Oleh:

**RANI PRAHMAWATI**

**D 500 120 024**

Dosen Pembimbing:

- 1. Ir. Nur Hidayati, M.T., Ph.D.**
- 2. Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D.**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**2017**



**HALAMAN PENGESAHAN**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**

Nama : Rani Prahmawati  
NIM : D 500 120 024  
Judul Skripsi : Prarancangan Pabrik Asam Fenil Asetat dari Benzil Sianida dan Asam Sulfat  
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Nur Hidayati, M.T., Ph.D.  
2. Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D.

Surakarta, 23 Februari 2017

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Nur Hidayati, M.T., Ph.D.

Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D.

NIK. 975

NIK. 892

Mengetahui,

Dekan

Ketua Program Studi

Fakultas Teknik

Teknik Kimia



Ir. H. Sunardi, M.T., Ph.D.

Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D.

NIK. 682

NIK. 892

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 23 Februari 2017

Penulis



**RANI PRAHMAWATI**

## ABSTRAK

Asam fenil asetat merupakan produk yang digunakan dalam bidang farmasi, kecantikan, dan pertanian. Untuk memenuhi kebutuhan asam fenil asetat dalam negeri dan masih adanya peluang untuk melakukan ekspor, pendirian pabrik asam fenil asetat dirancang dengan kapasitas 3.000 ton/tahun. Bahan baku yang digunakan adalah benzil sianida dan asam sulfat dengan campuran air. Pabrik direncanakan didirikan di daerah Tangerang, Banten pada tahun 2020.

Proses pembuatan asam fenil asetat menggunakan sebuah reaktor alir tangki berpengaduk yang berfungsi untuk mereaksikan benzil sianida dan asam sulfat pada fase padat-cair, dengan sifat reaksi searah, eksotermis, *isothermal*, *non adiabatic* pada suhu 100°C dan tekanan 1 atm. Konversi reaksi adalah 80%. *Filter press* digunakan untuk memisahkan produk reaktor dari produk samping yaitu ammonium hidrogen sulfat. Dekanter untuk memisahkan keluaran *filter press* dengan asam sulfat dan air. Menara distilasi digunakan untuk memurnikan produk keluaran dekanter sehingga diperoleh kemurnian asam fenil asetat 99% dengan impuritas 1% benzil sianida. *Prilling tower* digunakan untuk mengkristalkan produk asam fenil asetat dengan cara *spray*kan cairan dari bagian atas. Unit pendukung proses pabrik meliputi unit pengadaan air, *steam*, udara tekan, tenaga listrik, dan bahan bakar. Pabrik juga didukung laboratorium yang mengontrol mutu bahan baku dan produk serta buangan pabrik. Kebutuhan air pabrik diambil dari air sungai. Kebutuhan untuk air proses sebanyak 90,4317 kg/jam, untuk kebutuhan air pendingin sebanyak 22.063,79 kg/jam, penyedia *steam* sebanyak 413,9322 kg/jam, kebutuhan udara tekan sebanyak 109,63 kg/jam, kebutuhan listrik diperoleh dari PLN dan generator sebagai cadangan, kebutuhan solar sebesar 0,1019 m<sup>3</sup>/jam.

Bentuk perusahaan yang dipilih adalah Perseroan Terbatas (PT). Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian jam kerja yang terdiri dari karyawan *shift* dan *non-shift* yang berjumlah 140 orang. Pabrik asam fenil asetat beresiko rendah dengan modal tetap sebesar Rp350.821.842.093,98 dan modal kerja sebesar Rp 61.144.762.299,49. Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 83.965.072.934,51 per tahun dan keuntungan setelah pajak Rp 58.775.551.054,16 per tahun. Dari perhitungan diperoleh nilai *Return On Investment* (ROI) sebelum pajak adalah 23,93% dan setelah pajak adalah 16,75%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak adalah 2,95 tahun dan setelah pajak 3,74 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 47,7% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 21,66%. *Discounted Cosh Flow* (DCF) sebesar 38,6%. Berdasarkan hasil perhitungan secara teknis dan evaluasi ekonomi yang telah dilakukan, maka pabrik asam fenil asetat dengan kapasitas 3.000 ton per tahun layak untuk didirikan.

Kata kunci: Asam Fenil Asetat, Benzil Sianida, Asam Sulfat

## ABSTRACT

Phenyl acetic acid is a product that used in the fields of pharmacy, beauty, and agriculture. To supply of phenyl acetic acid in the country and still an opportunity to do export, the establishment of phenyl acetic acid plant would be designed with a capacity of 3.000 tons / year. The raw materials used are benzyl cyanide, sulfuric acid, and water mixture. Planned of phenyl acetic acid plant would be established in Tangerang, Banten on 2020.

Phenyl acetic acid production process using a continuous stirred tank reactor to react the benzyl cyanide and sulfuric acid in the solid-liquid phase and isothermal at a temperature of 100°C and a pressure of 1 atm. Conversion reaction is 80%. Filter press is used to separate the reactor product from ammonium hydrogen sulfate. Decanter is used to separate the output of filter press from sulfuric acid and water. The distillation tower is used to purify product of decanter's output with the purity of phenyl acetic acid 99% and 1% benzyl cyanide impurity. Prilling tower is used to crystallize the phenyl acetic acid product by spraying liquid on top. A process support unit includes plant water, steam, compressed air, electricity, and fuel. The plant is also supported by laboratories that control the quality of raw materials, products and plant effluent. The water that needed in a plant would be taken from the river. The water needed for process is as much as 90,4317 kg / hour, for cooling water is as much as 22.063,79 kg / hr, steam providers is as much as 413,9322 kg / h, the compressed air is as much as 109,63 kg / hour, demand for electricity is obtained from PLN and a generator as backup, solar requirement is as much as 0,1019 m<sup>3</sup> / h.

The selected company line is a Limited Liability Company (PT). The number of employees are 140 persons, divided kind of employees shift and non-shift. Phenyl acetic acid plant with a very low risk of Rp350.821.842.093,98 fixed capital and working capital of Rp 61.144.762.299,49. Profit before tax of Rp 83.965.072.934,51 per year and profit after tax of Rp 58.775.551.054,16 per year. From the calculation, Return On Investment (ROI) before tax is 23,93% and after tax is 16,75%. Pay Out Time (POT) before tax is 2,95 years and 3,74 years after tax. Break Even Point (BEP) is 47,7% and Shut Down Point (SDP) is 21,66%. Discounted Cash Flow (DCF) is 38,6%. By the calculation result of technical and economic evaluation, the phenyl acetic acid plant with a capacity of 3.000 tons per year is proper to be established.

Key word: Phenylacetic Acid, Benzyl Cyanide, Sulphuric Acid

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan naskah tugas akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik Asam Fenil Asetat dari Benzil Sianida dan Asam Sulfat dengan Kapasitas 3.000 Ton per Tahun”. Tugas akhir prarancangan pabrik ini merupakan salah satu syarat wajib yang harus diselesaikan oleh setiap mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta guna mencapai gelar sarjana strata satu.

Dalam penulisan makalah tugas akhir ini penulis banyak menerima bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan teima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan segala kemudahan-Nya.
2. Bapak, ibu, dan keluarga atas doa restunya da telah memberikan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Ibu Ir.Nur Hidayati,M.T.,Ph.D., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan serta saran dalam penyusunan makalah tugas akhir ini.
4. Bapak Rois Fatoni,S.T.,M.Sc.,Ph.D., selaku pembimbing II dan Ketua Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan bimbingan serta saran dalam penyusunan makalah tugas akhir ini.
5. Bapak dan ibu dosen Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta atas ilmu serta bimbingannya selama perkuliahan.
6. Teman-teman Teknik Kimia angkatan 2012.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, karenanya kritik dan saran yang membangun sangat

diharapkan untuk perbaikan. Akhir kata, penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk semua pihak.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Surakarta, Februari 2017

Penulis

## **MOTTO**

*Stay young, be different, and keep positive*



## **PERSEMBAHAN**

Tugas akhir ini dipersembahkan untuk orang-orang terhebat dalam kehidupan saya:

1. Bapak, ibu, adik, dan keluarga tersayang terimakasih atas segala doa, cinta, kasih sayang, semangat serta supportnya baik dalam bentuk moril maupun materiil dalam setiap langkah dan aktivitas selama ini. Rasa terima kasih, doa, dan baktiku rasanya tidaklah cukup untuk membalas semua ini.
2. Partner, sahabat, Wulan Fitri Anggraini, terimakasih atas kerjasama serta perjuangannya dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga ini bukanlah akhir dari semangat kita tapi menjadi titik awal untuk kehidupan nyata kita serta kesuksesan kita.
3. Keluarga kecil BEM Fakultas Teknik UMS, terimakasih untuk segala warna, ilmu, pengalaman, dan cerita-ceritanya.
4. Sahabat Keluarga Kusuma (Esti Rahayu, Wulan Fitri Anggraini, Duwi Maryanto, Tunjung Setyawan, Dita Odistya Syafitri, Yunita Rachmayanti) terima kasih telah memberikan dukungannya.
5. Annisa Putri Utami serta Susi Novitasari terimakasih doa dan semangatnya.
6. Teman-teman Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta khususnya angkatan 2012. Terimakasih.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN .....	iii
ABSTRAK .....	iv
ABSTRACT .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
MOTTO.....	viii
PERSEMBAHAN.....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	 1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Kapasitas Pabrik .....	1
1.3. Lokasi Pabrik .....	3
1.4. Tinjauan Pustaka .....	5
1.4.1. Macam-Macam Proses.....	5
1.4.2. Kegunaan Produk .....	7
1.4.3. Sifat Fisik dan Kimia .....	7
1.4.3. Tinjauan Proses .....	10
 <b>BAB II DESKRIPSI PROSES</b> .....	 12
2.1. Spesifikasi Bahan .....	12
2.2. Konsep Proses .....	13
2.2.1. Reaksi.....	13
2.2.2. Kondisi Operasi.....	13
2.2.3. Tinjauan Termodinamika .....	13
2.2.4. Kinetika Reaksi .....	15
2.3. Langkah Proses .....	16
2.3.1. Penyiapan Bahan Baku .....	16

2.3.2. Pembentukan Produk .....	16
2.3.3. Pemisahan dan Pemurnian Produk .....	16
2.3.4. Diagram Alir Proses .....	18
2.4. Neraca Massa dan Neraca Panas .....	19
2.4.1. Neraca Massa .....	19
2.4.2. Neraca Panas .....	22
2.5. Tata Letak Pabrik dan Peralatan Proses .....	26
2.5.1. Tata Letak Pabrik .....	26
2.5.2. Tata Letak Peralatan Proses .....	29
<b>BAB III SPESIFIKASI ALAT .....</b>	<b>32</b>
3.1. Tangki Penyimpanan Asam Sulfat .....	32
3.2. Tangki Penyimpanan Benzil Sianida .....	32
3.3. Gudang Penyimpanan Asam Fenil Asetat .....	33
3.4. Gudang Penyimpanan Ammonium Hidrogen Sulfat .....	33
3.5. <i>Mixer</i> .....	34
3.6. Reaktor .....	34
3.7. <i>Filter Press</i> .....	35
3.8. Dekanter .....	36
3.9. Menara Distilasi .....	36
3.10. <i>Prilling Tower</i> .....	37
3.11. <i>Ball Mill</i> .....	38
3.12. <i>Screen</i> .....	38
3.13. Kondenser .....	38
3.14. <i>Reboiler</i> .....	39
3.15. <i>Heater 1</i> .....	40
3.16. <i>Heater 2</i> .....	40
3.17. <i>Heater 3</i> .....	41
3.18. <i>Cooler 1</i> .....	42
3.19. <i>Cooler 2</i> .....	43
3.20. <i>Accumulator</i> .....	43
3.21. Blower .....	44

3.22. <i>Bucket Elevator</i> 1 .....	44
3.23. <i>Bucket Elevator</i> 2 .....	44
3.24. <i>Belt Conveyor</i> 1 .....	44
3.25. <i>Belt Conveyor</i> 2 .....	45
3.26. Pompa 1 .....	45
3.27. Pompa 2 .....	45
3.28. Pompa 3 .....	46
3.29. Pompa 4 .....	46
3.30. Pompa 5 .....	46
3.31. Pompa 6 .....	47
3.32. Pompa 7 .....	47
3.33. Pompa 8 .....	48
3.34. Pompa 9 .....	48
3.35. Pompa 10 .....	49
3.36. Pompa 11 .....	49
<b>BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES (UTILITAS) DAN</b>	
<b>LABORATORIUM</b> .....	50
4.1. Unit Pendukung Proses (Utilitas) .....	50
4.1.1. Unit Pengolahan Air .....	50
4.1.2. Pengadaan Udara Tekan .....	59
4.1.3. Pengadaan Listrik .....	59
4.1.4. Pengadaan Bahan Bakar .....	61
4.1.5. Unit Pengolahan Limbah .....	61
4.1.6. Spesifikasi Alat-Alat Utilitas .....	68
4.2. Laboratorium .....	78
4.2.1. Macam-macam Laboratorium .....	78
4.2.2. Kelompok Kerja Laboratorium .....	79
4.2.3. Penanganan Sampel .....	79
4.2.4. Prosedur Analisa .....	80
4.2.5. Metode Analisa .....	81

4.2.6. Alat-Alat Laboratorium .....	81
<b>BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN</b> .....	82
5.1. Bentuk Perusahaan .....	82
5.2. Struktur Organisasi.....	83
5.3. Tugas dan Wewenang .....	86
5.3.1. Pemegang Saham.....	86
5.3.2. Dewan Komisaris .....	86
5.3.3. Dewan Direksi.....	86
5.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan .....	92
5.5. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji .....	93
5.5.1. Jabatan dan Prasyarat.....	93
5.5.2. Penggolongan Gaji Karyawan.....	95
5.5.3. Kesejahteraan Karyawan .....	96
5.6. Manajemen Produksi.....	97
5.6.1. Perencanaan Produksi.....	97
5.6.2. Pengendalian Produksi.....	98
<b>BAB VI ANALISIS EKONOMI</b> .....	99
6.1. <i>Total Fixed Capital Investment</i> .....	104
6.2. <i>Working Capital</i> .....	105
6.3. <i>Manufacturing Cost</i> .....	105
6.4. <i>General Expenses</i> .....	106
6.5. Analisis Ekonomi .....	106
6.5.1. <i>Return On Investment (ROI)</i> .....	107
6.5.2. <i>Pay Out Time (POT)</i> .....	107
6.5.3. <i>Break Even Point (BEP)</i> .....	108
6.5.4. <i>Shut Down Point (SDP)</i> .....	110
6.5.5. <i>Discounted Cash Flow (DCF)</i> .....	110
<b>BAB VII PENUTUP</b> .....	112
7.1. Kesimpulan .....	112
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Data Impor Asam Fenil Asetat .....	2
Tabel 1.2. Daftar Pabrik Produsen Asam Fenil Asetat.....	2
Tabel 2.1. Neraca Massa di Sekitar <i>Mixer</i> .....	19
Tabel 2.2. Neraca Massa di Sekitar Reaktor.....	19
Tabel 2.3. Neraca Massa di Sekitar <i>Filter Press</i> .....	20
Tabel 2.4. Neraca Massa di Sekitar Dekanter.....	20
Tabel 2.5. Neraca Massa di Sekitar Menara Distilasi .....	20
Tabel 2.6. Neraca Massa di Sekitar <i>Prilling Tower</i> .....	21
Tabel 2.7. Neraca Massa di Sekitar <i>Ball Mill</i> .....	21
Tabel 2.8. Neraca Massa di Sekitar <i>Screen</i> .....	21
Tabel 2.9. Neraca Massa Total .....	21
Tabel 2.10. Neraca Panas di Sekitar <i>Mixer</i> .....	22
Tabel 2.11. Neraca Panas di Sekitar <i>Heater-01</i> .....	22
Tabel 2.12. Neraca Panas di Sekitar <i>Heater-02</i> .....	22
Tabel 2.13. Neraca Panas di Sekitar Reaktor.....	23
Tabel 2.14. Neraca Panas di Sekitar <i>Filter Press</i> .....	23
Tabel 2.15. Neraca Panas di Sekitar Dekanter.....	23
Tabel 2.16. Neraca Panas di Sekitar <i>Heater-03</i> .....	24
Tabel 2.17. Neraca Panas di Sekitar Menara Distilasi .....	24
Tabel 2.18. Neraca Panas di Sekitar <i>Cooler-01</i> .....	24
Tabel 2.19. Neraca Panas di Sekitar <i>Cooler-02</i> .....	25
Tabel 2.20. Neraca Panas di Sekitar <i>Prilling Tower</i> .....	25
Tabel 2.21. Neraca Panas di Sekitar <i>Ball Mill</i> .....	25
Tabel 2.22. Neraca Panas di Sekitar <i>Screen</i> .....	26
Tabel 4.1. Daftar Kebutuhan Listrik untuk Proses.....	59

Tabel 4.2. Daftar Kebutuhan Listrik untuk Utilitas .....	60
Tabel 5.1. Jadwal Pembagian Kerja Karyawan <i>Shift</i> .....	93
Tabel 5.2. Jabatan dan Prasyarat .....	93
Tabel 5.3. Penggolongan Gaji Karyawan .....	95
Tabel 6.1. <i>Cost Index Chemical Plant</i> .....	100
Tabel 6.2. <i>Total Fixed Capital Investment</i> .....	104
Tabel 6.3. <i>Working Capital</i> .....	105
Tabel 6.4. <i>Manufacturing Cost</i> .....	105
Tabel 6.5. <i>General Expenses</i> .....	106
Tabel 6.6. <i>Fixed Cost</i> .....	108
Tabel 6.7. <i>Variable Cost</i> .....	109
Tabel 6.8. <i>Regulated Cost</i> .....	109

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Diagram Alir Proses.....	18
Gambar 2.2. <i>Layout</i> Pabrik .....	28
Gambar 2.3. <i>Layout</i> Peralatan Proses .....	31
Gambar 4.1. Blok Diagram Pengolahan Limbah Pabrik Asam Fenil Asetat.....	66
Gambar 4.2. Diagram Alir Proses Pengolahan Air .....	67
Gambar 5.1. Struktur Organisasi .....	85
Gambar 6.1. Hubungan Tahun dengan <i>Cost index</i> .....	101
Gambar 6.2. Analisis Kelayakan Ekonomi Pabrik Asam Fenil Asetat.....	111